

## A környezeti pufferkapacitás változása szennyvíziszapokkal terhelte talajokon

TAMÁS JÁNOS

Agrártudományi Egyetem, Debrecen

A talajokra vagy a talajokba kerülő szennyező anyagok közül megkülönböztett figyelem kíséri a különböző nehézfémeket, ezek sorsát és hatását. A szennyező források között igen fontos a szennyvizekkel és szennyvíziszapokkal a talajba bevitt nehézfémek mennyisége. Az alacsony szintű csatornázási- és szennyvíztisztítási kapacitás miatt, ez hazánkban az európai átlagot meghaladó probléma.

A talajok nehézfémekkel való terhelhetőségének mértékét, azok pufferoló képességének figyelembevételével kell megválasztanunk. HARGITAI (1981) hangsúlyozza a humusz anyagok mennyisége mellett a humusz minőségének fontosságát környezetvédelmi szempontból is. A jó minőségű, nagy stabilitási koefficiensű humusz anyagok kelátképző tulajdonságaik révén kötik meg a nehézfémeket. CHEN és munkatársai (1986, cit in: ALLOWAY, 1990) szerint a karboxil gyökök száma megközelítőleg egyenlő a megköthető rém mennyiségével.

STEFANOVITS (1988), valamint SCHMITT és STICHER (1991) megállapítják, hogy az agyagásványok mennyisége és összetétele (főleg a 2:1 típusú agyagásványoké) szintén meghatározó tényező az adszorpciós folyamatokban.

A talaj agyag- és szervesanyag-tartalma, valamint a fénoxidok együttesen határozzák meg a kationkicserélődési kapacitást (CEC), mely a talaj szennyvíziszap eredetű nehézfém-terhelhetőségi határait jól jellemzi (TORREY, 1979).

A kationkicserélődési folyamatok egyensúlya a GAPON (1933), illetve a VANSELOW (1932) egyenlettel jól jellemezhetőek (EVANGELOU & PHILLIPS, 1988; FILEP, 1988; FERGUSON, 1990).

Az adszorpciós izotermákat pedig a LANGMUIR (1918), illetve FREUDLICH (1909) egyenlet alapján írják fel legáltalánosabban (BOHN et al., 1985; DE HAAN et al., 1987; VAN DER ZEE et al., 1988), illetve a további fejlesztések is ezek alapján történnek pl.: egyes kinetikus modelleket is magukba foglaló megoldások (SANDERS, 1980; AMACHER et al., 1988), vagy az adszorpció és a precipitáció együttes előfordulásakor (SCHMITT és STICHER, 1986).

Az egyik legtöbbet tárgyalt összefüggés a pH és a nehézfém mobilitás kapcsolata. Általában a talajoldatban nő a felvehető formák mennyisége a pH csök-

kenésével, a legtöbb országban a 6,5 pH alatti értékeket tekintik kockázat növelő küszöbértéknek (U.S. EPA, 1983).

Ezek mellett az oxidációs-redukciós viszonyok az aktuális formák arányát befolyásolják, elsősorban a változó vegyértékű fémeknél. Ezt a kritikus pE értékkel (a szabad elektron aktivitás negatív logaritmus) lehet jellemezni (SPOSITO, 1981, 1983). Az általam vizsgált fémek közül a Mn, Cr és Cu esetében kell ezzel számolni.

A természetes talajkörnyezetben a fenti talajtulajdonságok együttese határozza meg a talajok nehézfémekkel szembeni speciális tompítóképességét.

### Anyag és módszer

STEFANOVITS (1988) a talajok környezetvédelmi pufferoló képességét eredetileg a savas esők hatásainak elemzésére javasolta az alábbiak szerint.

$$EBCS = EBC_A + EBC_H + EBC_C \quad (1)$$

ahol:

$EBCS$  = a talaj környezetvédelmi pufferkapacitása,

$EBC_A$  = a karbonátok környezetvédelmi pufferkapacitása,

$EBC_H$  = a humusz környezetvédelmi pufferkapacitása,

$EBC_C$  = az agyag környezetvédelmi pufferkapacitása.

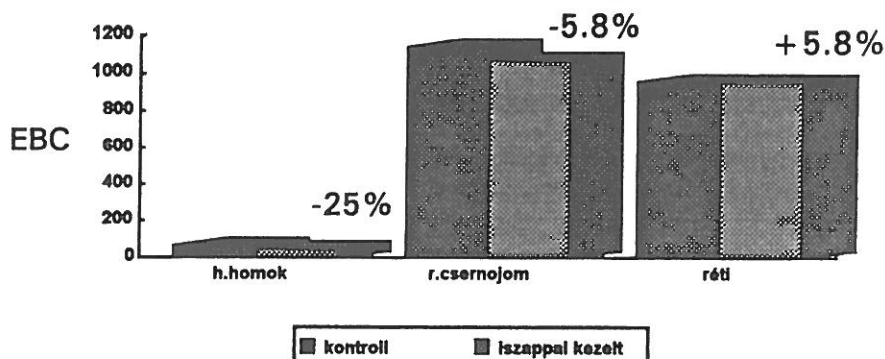
Mivel a savas közeg ( $pH < 6,5$ ) a legtöbb nehézfém oldhatóságát jelentősen növeli, így feltételezhető volt, hogy ez a mutató a nehézfémek káros hatásainak az elemzésére is alkalmas lesz. Ennek igazolására egy szennyvíziszap-elhelyezési kísérlet kapcsán végeztünk vizsgálatokat.

A humuszos homok réti csernozjom és csernozjom talajokon kialakított Debrecen környéki monitoring területen a Ca- és Mg-karbonát, a humusz- és az agyagásvány-tartalmat vettük figyelembe a kontroll és az 1984-1993 között évi 9,6 t/ha iszappal kezelt talajokon.

Az összes karbonáttartalom meghatározása a Scheibler-féle kalciméterrel történt. A humusztartalmat kálium-bikromátos oxidálással savas közegben Tyurin szerint, míg a humusz minőségét a NaF-os és NaOH-os szűrlet extinkciójának mérése alapján fotometrálással Hargitai nyomán határoztuk meg. Az ásványi anyag összetételt röntgendiffraktometriás eljárással a teljes mintából és az agyagfrakcióból mértük a DATE Központi Laboratóriumában.

### Eredmények

A kísérletben kapott környezetvédelmi pufferkapacitás ( $EBCS$ ) értékek változását az 1. ábra mutatja be. Az ábrán látható, hogy a *humuszos homoktalajon* az iszapokkal terhelt talaj  $EBCS$  értéke alacsonyabb, mint a kontroll talajé. Ezekben a talajokon a karbonátok tompítóképessége elhanyagolható volt. A réti csernozjom és a réti talaj  $EBCS$  értéke lényegében nem változott.



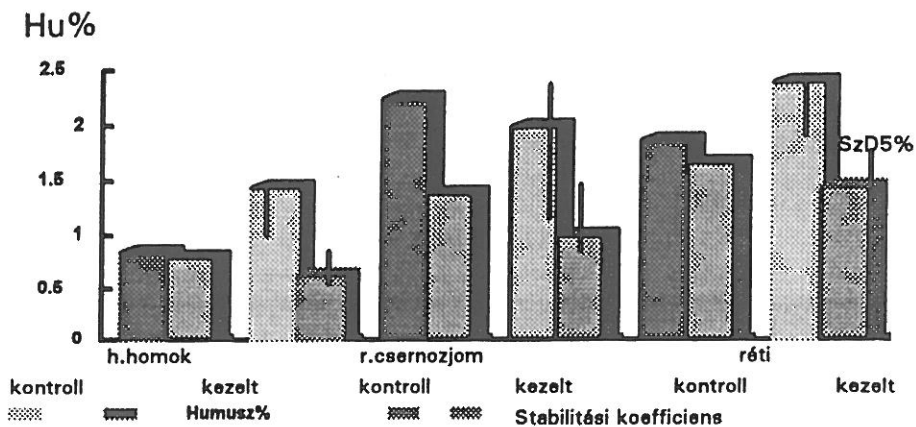
1. ábra

A kontroll és az iszappal kezelt talajok speciális környezetvédelmi tompítóképességének változása szennyvíziszapok elhelyezése során

A szervesanyag-tartalom (humusztartalom) magasabb lett az injektált talajon, a humusz minősége azonban gyengébb, mint a kontroll területen, ezért a talaj tompítóképessége a vártnál alacsonyabb (2. ábra).

Az agyagtartalom összetétele is romlott az injektálás hatására. Valószínűleg ez a két hatás okozta a kezelt (iszappal injektált) talajon a tompítóképesség romlását.

A réti csernozjom talajon a legmagasabb a karbonátok tompító hatása a három talajcsoport közül. A humusz minősége itt is rosszabb volt, mint a kontroll



2. ábra

A szerves anyag és minőségi jellemzőjének változása a szennyvíziszap-elhelyezés hatására

talajé, így a tompítóképessége is alacsonyabb. Az agyagtartalom tompítóképessége, a teljes EBCS értékhez hasonlóan kisebb az injektált talajokban.

A réti talajon valamivel elmarad a karbonátok tompító hatása a csernozjom talajétól. Itt a szerves anyag mennyiségi növekedése meghaladta a minőségromlásból származó hátrányt, így a kezelt talajok humuszanyagokból származó tompító hatása nőtt. Az agyagtartalom tompítóképessége viszont csökkent, így a teljes érték a kezelt és kontroll talajon szinte azonos.

1. táblázat

A talajminták agyagfrakciójának agyagásvány-összetétele

Agyagfrakció	Humuszos homok		Réti csernozjom		Réti talaj	
	Kontroll	Kezelt	Kontroll	Kezelt	Kontroll	Kezelt
Kvarc	48	52	37	38	40	46
Földpát	40	38	12	16	16	15
Kalcit	-	1	3	3	11	9
Dolomit	-	2	3	4	-	-
Csillám	5	7	10	12	15	16
Montmorillonit	-	-	23	20	-	-
Kaolinit, klorit	5	-	5	5	10	5
Oxidok	2	-	7	2	8	9

Megjegyzés: kezelt = 9,6 t/ha/év szennyvíziszappal kezelt (1984-1991)

A vizsgált talajminták ásványi összetételét (1. táblázat) elemezve látható, hogy a kezelt talajokban a kvarc mennyiségében van növekedés. Ez összefüggésbe hozható azzal, hogy a mechanikai tisztítóból kikerülő iszap röntgendiffrakciós vizsgálataiban az ásványi anyagok közül szinte csak kvarc fordult elő, 90 % feletti értékben.

A környezeti kapacitás meghatározásakor az eredeti számításokat javaslom a talaj pH által befolyásolt értékkel bővíteni, mely a nehézfémek mobilitását szintén jelentősen befolyásoló talajtulajdonság.

### Összefoglalás

A talajok nehézfémekkel szembeni speciális környezetvédelmi pufferkapacitását vizsgáltuk meg szennyvíziszapok elhelyezése során.

A gyenge tompítóképességű homoktalajok fokozottan érzékenyek voltak az iszap-elhelyezésre, mely eljárás ezen területeken nagy környezeti kockázattal jár.

A réti és a réti csernozjom talajokon a megengedettnél alacsonyabb nehézfém-tartalmú iszapok elhelyezése a tompítóképességet lényegében nem változtatta meg.

Az az összetett vizsgálat-sorozat és elemzési eljárás, amit a talajok környezeti pufferkapacitásának megállapítása igényel, alkalmasnak látszik arra, hogy a nehézfémekkel szembeni környezeti kockázatot megbízhatóan és differenciáltan tudjuk megállapítani.

### Irodalom

- AMACHER, M. C., SELIM, H. M. & ISKANDAR, I. K., 1988. Kinetics of chromium (VI) and cadmium retention in soil. A nonlinear multireaction model. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **52**. 398-408.
- BOHN, H. L., MCNEAL, B. L. & O'CONNOR, G. A., 1985. Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- CHEN, Y. & STEVENSON, F. J., 1986. Cit. in: ALLOWAY, B. J. (Ed.), 1990. Heavy Metals in Soils. 132-145. Blackie & Son, Ltd. London.
- EVANGELOU, P. V. & PHILLIPS, R. E., 1988. Comparison between the Gapon and Vanselow exchange selectivity coefficients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **52**. 347-382.
- FERGUSON, J. E. (Ed.), 1990. The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impacts and Health Effects. 35-85. Pergamon Press.
- FILEP GY., 1988. Talajkémia. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- FREUDLICH, H., 1909. Kapillarchemie. Akad. Verlagsgesellschaft. Leipzig.
- GAPON, E. N., 1933. K teorim obmennoj adszorpcii v pocsvah. *Zs. Obs. Him.* 144-152.
- DE HAAN, F. A. M., VAN DER ZEE, S. E. A. T. M. & VAN RIEMSDIJK, W. H., 1987. The role of soil chemistry and soil physics in protecting soil quality. Variability of sorption and transport of Cd as an example. *Neth. Agric. Sci.* **35**. 347-359.
- HARGITAI L., 1981. A talajok környezetvédelmi kapacitásának meghatározása humuszállapotuk alapján. *Agrokémia és Talajtan.* **32**. 360-364.
- LANGMUIR, I., 1918. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J. Amer. Chem. Soc.* **40**. 1361-1382.
- SANDERS, J. R., 1980. The use of adsorption equations to describe copper complexing by humified organic matter. *J. Soil Sci.* **31**. 633-641.
- SCHMITT, H. W. & STICHER, H., 1986. Prediction of heavy metal contents and displacement in soils. *Pflanzenernähr. Bodenkd.* **149**. 151-171.
- SCHMITT, H. W. & STICHER, H., 1991. Heavy metal compounds in the soil. In: *Metals and Their Compounds in the Environment*. (Ed.: ERNEST, M.) 312-331. Elsevier. FRG.
- SPOSITO, G., 1981. The Thermodynamics of Soil Solution. Oxford University Press. Oxford-New York.
- SPOSITO, G., 1983. The chemical forms of trace metals in soils. In: *Applied Environmental Geochemistry*. (Ed.: THORNTON, I.) 123-170. Academic Press. London.
- STEFANOVIS P., 1988. Az agyagásvány-összetétel szerepe a talajok savasodásában. *Agrokémia és Talajtan.* **38**. 145-153.

- TORREY, S., 1979. Sludge disposal by landspreading techniques. *Pollution Technology Review*. 58. 185-207.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1983. *Process Design Manual for Land Application of Municipal Sludge*. EPA-625/1-83-016. U. S. Government Printing Office. Washington, D. C.
- VANSELOW, A. P., 1932. Equilibria of base exchange reactions of bentonites, permutites, soil colloids and zeolites. *Soil Sci.* 35. 95-113.
- VAN DER ZEE, S. E. T. M., VAN RIEMSDIJK, W. H. & DE HAAN, F. A., 1988. Transport of metals and phosphate in heterogeneous soils. *Contaminated Soil '88*. 23-32. Kluwer Academic Publisher. London.